

**BOARD OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFT  
GENERAL MANAGEMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTION  
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE**  
-----

**Authentication of copy of documents relating to patent application for Industrial Invention  
N. MI2000A000833**

We declare that the attached copy is a true copy of the original documents  
filed with the above mentioned patent application, the data of which  
appear from the attached filing form

**Rome, NOVEMBER 21, 2000**

Seal stamp

**DIVISION DIRECTOR**

Eng. Giorgio ROMANI  
(signature)

TO THE BOARD OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFT  
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE - ROME

MODEL A

APPLICATION FOR INDUSTRIAL INVENTION PATENT, RESERVE FILING, ADVANCED ACCESSIBILITY BY THE PUBLIC

A. **APPLICANT (S)** N.G.  
1) DENOMINATION ALCATEL  
RESIDENCE PARIS - (FRANCE) code

B. **REPRESENTATIVE OF THE APPLICANT BY I.P.T.O.**  
surname name BORSANO Corrado fiscal code  
name of the office Alcatel Italia S.p.A. -- Patent Office  
street Trento n. 30 town Vimercate post code 20059 prov. MI

C. **DOMICILE OF CHOICE addressee:** at the Representative's Office  
street n. town post code prov.

D. **TITLE** proposed class (sec./cl./subcl) group / subgroup  
"Method and apparatus for the automatic delay compensation in space diversity radio transmissions"

ACCESSIBILITY IN ADVANCE FOR THE PUBLIC: YES NO (X) IF PETITION: DATE RECORD NO.:

E. **DESIGNATED INVENTORS** surname name surname name

1) BRIOSCHI Massimo 3) VALTOLINA Roberto  
2) PELLIZZONI Roberto 4) SPALVIERI Arnaldo

F. **PRIORITY** annexe  
nation or organization priority type application number filing date S/R

RESERVE DISSOLUTION  
Date Protocol no.

G. **CENTER DEPUTED TO THE CULTURE OF MICRO-ORGANISM,** denomination

H. **SPECIAL NOTES**

ATTACHED DOCUMENTATION  
NO. of ex.

Doc. 1)	2	PROV.	no. pag.	[ 11 ]	abstract with main drawing, description and claims (compulsory 1 exemplar)
Doc. 2)	2	PROV.	no. draw	[ 03 ]	drawing (compulsory if mentioned in the description, 1 exemplar)
Doc. 3)	1	RIS			power of attorney, general power or reference to general power
Doc. 4)		RIS			inventor designation
Doc. 5)		RIS			priority document with italian translation
Doc. 6)		RIS			authorization or deed of assignment
Doc. 7)					complete name of applicant

RESERVE DISSOLUTION  
Date Protocol no.  
  
compare single priorities

8) payment receipt, total liras THREE HUNDRED SIXTYFIVE THOUSAND compulsory

TYPED ON 14/04/2000 SIGNATURE OF APPLICANT (S) Eng. CORRADO BORSANO  
TO BE CONTINUED YES / NO NO c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
(signature)  
CERTIFIED COPY OF THE PRESENT CERTIFICATE IS REQUESTED YES / NO YES

PROVINCIAL OFFICE OF IND. COMM. HAND. OF MILAN code 15

FILING REPORT APPLICATION NUMBER MI2000A 000833 Reg.A

In the year nineteen hundred TWO THOUSAND on day FOURTEEN of the month of APRIL

The above mentioned applicant (s) has (have) submitted to me the present application formed by no. 00 additional sheets for the grant of the aforesaid patent

I. **VARIOUS NOTES OF DRAWING UP OFFICER**

FILING PARTY  
SIGNATURE

Office  
seal

DRAWING UP OFFICER  
G. SURACI  
signature



# MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI



064029  
JC971 U.S. pro  
09/833666  
04/13/01

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per ~~Invenzione Industriale~~

N. ~~MI2000-A-000833~~

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito*

Roma, li 11 GEN. 2001

IL DIRETTORE DELLA DIVISIONE

Ing. Giorgio ROMANI

*Giorgio Romani*

131122

## AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE. ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione

ALCATEL

Residenza

PARIS (FRANCE)

codice

2) Denominazione

Residenza

codice

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome

BORSANO Corrado

cod. fiscale

denominazione studio di appartenenza

Alcatel Italia S.p.A. - Ufficio Brevetti

via

Trento

n.

30

città

Vimercate

cap

20059

(prov)

MI

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via

n.

città

cap

(prov)

## D. TITOLO

classe proposta (sez/ci/sci)

gruppo/sottogruppo

"Metodo e apparato per la compensazione automatica del ritardo per trasmissioni radio in diversità di spazio".

## ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐NO ☒

SE ISTANZA: DATA

N° PROTOCOLLO

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1)

BRIOSCHI Massimo

3)

VALTOLINA Roberto

2)

PELLIZZONI Roberto

4)

SPALVIERI Arnaldo

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1)

2)

## SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1)

2

PROV

n. pag.

11

riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)

Doc. 2)

2

PROV

n. tav.

03

disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)

Doc. 3)

1

RIS

lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale

Doc. 4)

RIS

designazione inventore

Doc. 5)

RIS

documenti di priorità con traduzione in italiano

Doc. 6)

RIS

autorizzazione o atto di cessione

Doc. 7)

nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire

Trecentosessantacinquemila

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)

c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.

obbligatorio

COMPILATO IL 14/04/2000

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I)

Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

CONTINUA SI/NO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

UFFICIO, PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI

MILANO

codice 15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2000A 000833

Reg. A.

L'anno millenovecento DUEMILA

il giorno

QUATTORDICI

del mese di

APRILE

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata da fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

timbro  
dell'Ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

G. SURACI

## D. TITOLO

"Metodo e apparato per la compensazione automatica del ritardo per trasmissioni radio in diversità di spazio".

## L. RIASSUNTO

Viene descritto un metodo ed un apparato per la compensazione automatica del ritardo per trasmissioni radio in diversità di spazio. Il metodo comprende le fasi di: a) ricevere un primo segnale analogico ed un secondo segnale analogico, tra il primo e il secondo segnale essendovi un eventuale ritardo; b) campionare detto primo e detto secondo segnale analogico per ottenere, rispettivamente, un primo segnale digitale ed un secondo segnale digitale; c) inviare detti segnali digitali a rispettivi equalizzatori, e le fasi di d) ritardare in modo digitale uno tra il primo segnale digitale e il secondo segnale digitale di un periodo pari ad un multiplo intero del periodo di campionamento, e e) recuperare, in corrispondenza della fase di equalizzazione, la differenza residua tra il ritardo imposto e quello effettivo.

## M. DISEGNO

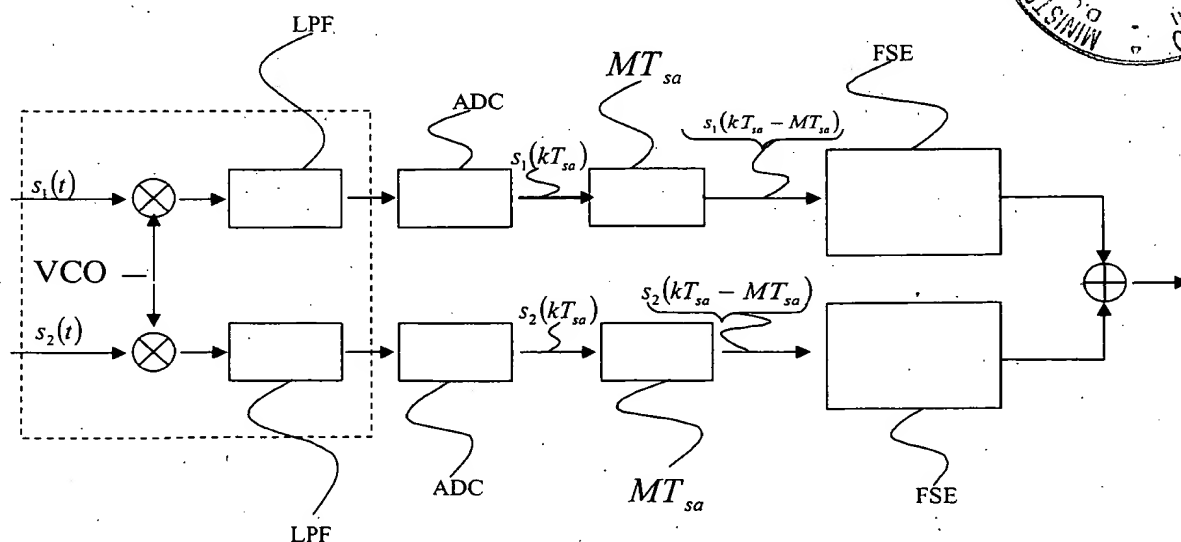
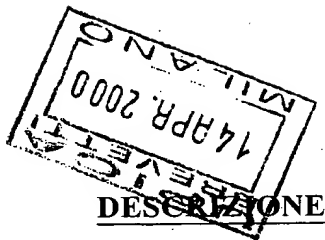


Fig. 2

- ALCATEL -



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI )

La presente invenzione riguarda il campo delle trasmissioni radio ed in particolare riguarda i sistemi in diversità di spazio. Ancora più in particolare, riguarda un metodo ed un apparato per compensare in modo automatico e digitale il ritardo relativo tra i due (o più) segnali ricevuti simultaneamente.

MI 20004000833

Nell' ambito di un sistema di trasmissione radio a grande capacità sono noti gli effetti distorcenti del canale, dovuti soprattutto al fenomeno dei cammini multipli: l'antenna di ricezione può infatti ricevere insieme al segnale voluto una sua replica ritardata, causata dalla riflessione del segnale trasmesso contro strati della troposfera aventi caratteristiche fisiche differenti dal normale o dalla riflessione contro ostacoli orografici. Tale effetto corruttivo è noto in letteratura come *fading selettivo*. In condizioni particolarmente sfavorevoli il fading può addirittura portare il sistema radio in condizioni di fuori servizio, in quanto il segnale ricevuto diventa non più intelligibile.

Una prima contromisura possibile, ed ampiamente utilizzata in pratica, è rappresentata dall'adozione, all'interno degli apparati di demodulazione, di un equalizzatore adattativo. Questa soluzione a volte può risultare non sufficiente nel caso di tratte radio particolarmente lunghe o installate in condizione geografiche particolarmente sfavorevoli.

Un'altra alternativa possibile è costituita dall'adozione di un sistema in diversità di spazio, basato sulla trasmissione di un segnale ricevuto simultaneamente da due o più antenne differenti (nel seguito, a titolo esemplificativo ma non limitativo, considereremo due antenne). La filosofia di funzionamento del sistema in diversità di spazio consiste proprio nel far pervenire al ricevitore la stessa informazione a mezzo di due segnali distinti (uno verrà chiamato main e l'altro verrà chiamato diversity). L'efficacia di questo metodo dipende dal fatto che, se le antenne sono sufficientemente separate in altezza, i



segnali ricevuti si possono ritenere incorrelati e dunque è estremamente improbabile che entrambi i segnali nello stesso istante presentino la stessa qualità.

Sono noti due metodi principali per elaborare la coppia dei segnali ricevuti: lo switching e la combinazione. Lo switching è basato sulla selezione, idealmente ad ogni istante, del migliore dei due segnali tramite un opportuno criterio (tipicamente il BER; Bit Error Rate).

Un approccio ritenuto più efficace è quello di elaborare i due segnali in diversità combinandoli opportunamente. L'architettura spesso usata in questo caso è quella illustrata in Fig. 1, in cui i due segnali main e diversity, opportunamente campionati, costituiscono gli ingressi di due equalizzatori FSE (Fractionally Spaced Equalizer) la cui uscita viene sommata e costituisce il risultato della combinazione.

A causa però della differente altezza di posizionamento delle due antenne sulla torre di ricezione, della differente lunghezza delle guide d'onda o comunque dei vari cavi di collegamento, i segnali main e diversity possono arrivare ai campionatori di Fig. 1 uno ritardato rispetto all'altro. Per realizzare in modo efficace la combinazione è necessario compensare tale ritardo. Tradizionalmente la compensazione di tale ritardo, una volta misurato per mezzo di opportuna strumentazione, avviene in fase di installazione della tratta radio aggiungendo a uno dei due segnali un cavo di lunghezza tale che il tempo di percorrenza sia pari al ritardo da compensare o mediante opportune celle di ritardo analogiche opportunamente tarabili.

Purtroppo, questa soluzione ha l'inconveniente di comportare un costo elevato e della necessità di effettuare la taratura sul campo (richiedendo tempi elevati per raggiungere le antenne).

Scopo principale della presente invenzione è pertanto quello di fornire un metodo ed un apparato per compensare efficacemente il ritardo relativo tra le due vie.

CS

Questo scopo, oltre ad altri, viene ottenuto mediante un metodo comprendente le fasi indicate nella rivendicazione 1 e un apparato avente le caratteristiche indicate nella rivendicazione 4. Le rispettive rivendicazioni dipendenti definiscono caratteristiche aggiuntive dell'invenzione.

Secondo la presente invenzione, la compensazione viene eseguita in modo automatico e digitale.

L'invenzione risulterà certamente chiara alla luce della descrizione dettagliata che segue, data a puro titolo esemplificativo e non limitativo e da leggersi con riferimento alle annesse Figure in cui:

- la Fig. 1 è uno schema di principio di un combinatore in banda base secondo la tecnica nota, con indicate le parti di down conversione in banda base e di campionamento del segnale analogico mediante convertitori analogico/digitale;
- la Fig. 2 è uno schema di principio di un combinatore in banda base con le due vie ritardate; e
- la Fig. 3 mostra in modo schematico l'apparato di compensazione secondo la presente invenzione.

In Fig. 1, come anticipato sopra, viene illustrato un apparato secondo la tecnica nota che elabora i due segnali e li combina opportunamente. I due segnali main e diversity ( $S_1(t), S_2(t)$ ) entrano in un Oscillatore Controllato in Tensione (VCO) e vengono filtrati passa-basso (LPF); ognuno di essi viene poi fatto passare in un Convertitore Analogico/Digitale (ADC) per il campionamento e in un Equalizzatore Spaziato Frazionalmente (FSE). Le uscite dagli equalizzatori vengono quindi sommate e costituiscono sostanzialmente il risultato della combinazione. Il riquadro tratteggiato in Fig. 1 (e analogamente in Fig. 2) indica la parte analogica del dispositivo.



*CB*

Per realizzare in modo efficace la combinazione è però necessario compensare il ritardo con il quale i segnali arrivano ai campionatori. Si abbiano ad esempio due segnali entranti nel demodulatore e provenienti rispettivamente dall'antenna main (segnale 1) e dall'antenna diversity (segnale 2). Se il segnale 1 è in ritardo di  $\tau$  secondi rispetto al segnale 2, per poter realizzare in maniera efficace la combinazione occorre ritardare, in linea di principio, il segnale 2 di  $\tau$  secondi.

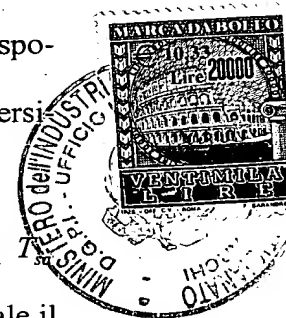
Siano  $s_1(t)$  e  $s_2(t)$  i due segnali analogici all'ingresso del demodulatore, cioè

$$s_1(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_k g_1(t - kT - \tau) \quad \text{e} \quad s_2(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_k g_2(t - kT)$$

essendo  $a_k$  il simbolo trasmesso,  $T$  l'intervallo di segnalazione e  $g_1(t)$  e  $g_2(t)$  le risposte impulsive comprensive della catena dei filtri di trasmissione e ricezione e della risposta impulsiva del canale "visto" rispettivamente dall'antenna main e dall'antenna diversity.

Siano  $s_1(kT_{sa})$  e  $s_2(kT_{sa})$  i segnali main e diversity campionati con periodo  $T_{sa}$  dal convertitore analogico/digitale (ADC). È dunque possibile ritardare in modo digitale il segnale 2 di un periodo pari a multipli interi di  $T_{sa}$ , cioè tale che  $M \cdot T_{sa}$ , con  $M$  intero, sia il più possibile un'approssimazione del ritardo  $\tau$  (si veda Fig. 2). La differenza  $|MT_{sa} - \tau|$ , comunque sempre minore di  $T_{sa}/2$ , verrà recuperata dagli equalizzatori (FSE) in virtù delle loro capacità di interpolazione (si veda ad esempio la pubblicazione, "Data Communications Principles" di R. Gitlin, J. Hayes, S. Weinstein, ed. Plenum Press, New York, 1992, paragrafo 7.4.4, pagine 493-495).

L'algoritmo oggetto della presente invenzione si preoccupa di determinare in maniera automatica il valore di  $M$  (senza conoscere a priori se è ritardato il segnale 1 rispetto al segnale 2 o viceversa), procedendo nel modo che verrà descritto sotto con riferimento alla Fig. 3.



13

In primo luogo si ottengono diverse repliche ritardate del segnale 1 e del segnale 2, ovvero dei segnali del tipo:

$$r_{1j}(kT_{sa}) = s_1(kT_{sa} - jT_{sa}) \quad \text{e} \quad r_{2i}(kT_{sa}) = s_2(kT_{sa} - iT_{sa})$$

con  $0 \leq j \leq N_1$  e  $0 \leq i \leq N_2$ , essendo  $N_1 T_{sa}$  il ritardo massimo ipotizzabile del segnale 1 rispetto al segnale 2 e, analogamente,  $N_2 T_{sa}$  il ritardo massimo ipotizzabile del segnale 2 rispetto al segnale 1.

Si noti che in generale può accadere che  $N_1 \neq N_2$ .

In Figura 3, a solo titolo esemplificativo ma non limitativo, per semplicità si è posto  $N_1 = 0$  e  $N_2 = 4$ .

Si calcolano poi le varie cross-correlazioni

$$\begin{aligned} xc_{1j} &= E\{s_1(kT_{sa} - \tau - jT_{sa}) \cdot s_2^*(kT_{sa})\} = \\ &= E\left\{\sum_m \sum_n a_n a_m^* g_2^*(kT_{sa} - mT) g_1(kT_{sa} - nT - \tau - jT_{sa})\right\} \quad \text{con } 0 \leq j \leq N_1, \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} xc_{2i} &= E\{s_1^*(kT_{sa} - \tau) \cdot s_2(kT_{sa} - iT_{sa})\} = \\ &= E\left\{\sum_m \sum_n a_m a_n^* g_1^*(kT_{sa} - nT - \tau) g_2(kT_{sa} - mT - iT_{sa})\right\} \quad \text{con } 0 \leq i \leq N_2 \quad (2) \end{aligned}$$

dove con  $*$  si indica l'operazione di complesso coniugato e con  $E\{\cdot\}$  l'operazione di media temporale.

Viene poi determinato il valore massimo tra  $xc_{1j}$  e  $xc_{2i}$  al variare di  $i$  e  $j$ , cioè sarà

$$M = \max_{i,j} (|xc_{1j}|^p, |xc_{2i}|^p).$$

con  $p$  numero intero positivo maggiore di 0.

Infatti, tenendo conto che  $g_1(t) \cong g_2(t)$  (infatti l'installazione avviene in condizioni di assenza di fading, e dunque il canale visto dalle due antenne è molto simile) e che l'autocorrelazione di  $g_1(t)$  o di  $g_2(t)$  è massima per  $t = 0$  (per come sono costituiti nor-



malmente i filtri), è chiaro che nel caso in questione risulterà massimo il modulo della cross-correlazione che meglio approssima  $E\{s_1(t)s_2^*(t-\tau)\}$ .

Viene ritardato il segnale 1 o il segnale 2 di  $MT_{sn}$ , a seconda che la correlazione massima sia del tipo  $xc_{1j}$  o del tipo  $xc_{2i}$ .

Chiaramente, le cross-correlazioni  $xc$  sono numeri complessi; per calcolarne il massimo se ne calcola il modulo elevato a "p", con "p" numero intero positivo, solitamente per comodità pari a 2.

Si osservi che in Fig. 3 è illustrata una possibile realizzazione circuitale, in cui il circuito di commutazione (SWTC), in base alle informazioni ricevute dal calcolo del massimo, seleziona l'opportuno ritardo da inserire (in questo caso sulla via 2); con "corr" si è indicato il calcolo della cross-correlazione, come indicato sopra.

Benchè per semplicità, in Fig. 3 si sia posto  $N_1 = 0$  e  $N_2 = 4$ , ogni altra combinazione di  $N_1$  ed  $N_2$  è possibile e la Fig. 3 assumerebbe un aspetto corrispondentemente diverso.

In pratica comunque il dispositivo secondo l'invenzione opererebbe ipotizzando dapprima  $j = 0$  e facendo variare  $i$  da 1 a  $N_2$ , poi  $i = 0$  e facendo variare  $j$  da 1 a  $N_1$ , fino a trovare il valore di  $M$  (come risulta evidente dalle (1) e dalle (2)).

È evidente che la presente invenzione potrà essere realizzata come circuito o come programma software per elaboratori. L'ambito di protezione determinato dalla presente domanda di brevetto pertanto si estende anche a tale programma software e all'elaboratore sul quale tale programma viene installato. È anche evidente che alla presente invenzione potranno essere apportate numerose modificazioni e adattamenti senza peraltro fuoriuscire dall'ambito di protezione definito dalle seguenti rivendicazioni che si intendono una parte integrante della presente descrizione.

### RIVENDICAZIONI

1. Metodo per compensare il ritardo tra due o più linee di trasmissione radio in trasmissioni radio in diversità di spazio, detto metodo comprendendo le fasi di:

- ricevere un primo segnale analogico ( $s_1(t)$ );
- ricevere almeno un ulteriore segnale analogico ( $s_2(t)$ );
- campionare (ADC) detto primo e detto almeno un ulteriore segnale analogico ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ) per ottenere, rispettivamente, un primo segnale digitale ( $s_1(kT_{sa})$ ) ed almeno un ulteriore segnale digitale ( $s_2(kT_{sa})$ ),  $T_{sa}$  essendo il periodo di campionamento, tra il primo e l'ulteriore segnale digitale essendovi un eventuale ritardo ( $\tau$ ); e
- inviare detti segnali digitali ( $s_1(kT_{sa})$ ,  $s_2(kT_{sa})$ ) a rispettivi equalizzatori (FSE);

detto metodo essendo caratterizzato dalla fase di

- ritardare ( $MT_{sa}$ ) in modo digitale uno tra detto primo segnale digitale ( $s_1(kT_{sa})$ ) e detto almeno un ulteriore segnale digitale ( $s_2(kT_{sa})$ ) di un periodo pari ad un multiplo intero ( $M$ ) del periodo di campionamento ( $T_{sa}$ ), e dall'eventuale fase di
- recuperare, in corrispondenza della fase di equalizzazione, la differenza tra il ritardo imposto ( $MT_{sa}$ ) e quello effettivo ( $\tau$ ).

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la fase di ritardare comprende la fase di calcolare in modo automatico il valore del multiplo intero ( $M$ ), in cui detta fase di calcolo del multiplo intero ( $M$ ) a sua volta comprende le fasi di:

- realizzare repliche ritardate ( $r_{1j}(kT_{sa})$ ,  $r_{2i}(kT_{sa})$ )

$$r_{1j}(kT_{sa}) = s_1(kT_{sa} - jT_{sa}) \quad \text{e} \quad r_{2i}(kT_{sa}) = s_2(kT_{sa} - iT_{sa})$$

di detto primo ( $s_1(kT_{sa})$ ) e detto almeno un ulteriore ( $s_2(kT_{sa})$ ) segnale digitale, con  $0 \leq j \leq N_1$  e  $0 \leq i \leq N_2$ , essendo  $N_1 T_{sa}$  il ritardo massimo ipotizzabile del primo segnale rispetto all'ulteriore segnale e, analogamente,  $N_2 T_{sa}$  il ritardo massimo ipotizzabile dell'ulteriore segnale rispetto al primo segnale;



- calcolare le cross-correlazioni ( $xc_{1j}$ ,  $xc_{2i}$ )

$$xc_{1j} = E \left\{ \sum_m \sum_n a_m a_n^* g_2^*(kT_{sa} - mT) g_1(kT_{sa} - nT - \tau - jT_{sa}) \right\} \quad \text{con } 0 \leq j \leq N_1,$$

$$xc_{2i} = E \left\{ \sum_m \sum_n a_m a_n^* g_1^*(kT_{sa} - nT - \tau) g_2(kT_{sa} - mT - iT_{sa}) \right\} \quad \text{con } 0 \leq i \leq N_2$$

tra i vari segnali replicati ritardati ( $r_{1j}(kT_{sa})$ ,  $r_{2i}(kT_{sa})$ ), dove con \* si indica l'operazione di complesso coniugato e con  $E\{\}$  l'operazione di media temporale;

- ricavare il valore massimo di dette cross-correlazioni ( $xc_{1j}$ ,  $xc_{2i}$ ) al variare di  $i$  e  $j$

$$M = \max_{i,j} (|xc_{1j}|^p, |xc_{2i}|^p),$$

detto valore massimo corrispondendo al valore del multiplo intero ( $M$ ).

3. Metodo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto di comprendere l'ulteriore fase di selezionare (SWTC) l'opportuna replica ritardata ( $r_{1j}(kT_{sa})$ ,  $r_{2i}(kT_{sa})$ ) da inviare a detti equalizzatori in funzione delle informazioni relative al massimo delle cross-correlazioni calcolate.

4. Apparato per compensare il ritardo tra due o più linee di trasmissione radio in trasmissioni radio in diversità di spazio, detto apparato comprendendo:

- mezzi per ricevere un primo segnale analogico ( $s_1(t)$ );
- mezzi per ricevere almeno un ulteriore segnale analogico ( $s_2(t)$ );
- mezzi (ADC) per campionare il primo e l'ulteriore segnale analogico ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ) per ottenere, rispettivamente, un primo segnale digitale ( $s_1(kT_{sa})$ ) ed almeno un ulteriore segnale digitale ( $s_2(kT_{sa})$ ),  $T_{sa}$  essendo il periodo di campionamento, tra il primo e l'ulteriore segnale digitale essendovi un eventuale ritardo ( $\tau$ ); e
- equalizzatori (FSE) ricevanti in ingresso detti segnali digitali ( $s_1(kT_{sa})$ ,  $s_2(kT_{sa})$ );

detto apparato essendo caratterizzato dal comprendere

- mezzi ( $MT_{sa}$ ) per ritardare in modo digitale uno tra detto primo segnale digitale ( $s_1(kT_{sa})$ ) e detto almeno un ulteriore segnale digitale ( $s_2(kT_{sa})$ ) di un periodo pari ad un



multiplo intero ( $M$ ) del periodo di campionamento ( $T_{sa}$ ), e mezzi equalizzatori in grado di recuperare la differenza tra il ritardo imposto ( $MT_{sa}$ ) e quello effettivo ( $\tau$ ).

5. Apparato secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per ritardare comprendono mezzi per calcolare in modo automatico il valore del multiplo intero ( $M$ ), in cui detti mezzi di calcolo automatico a loro volta comprendono:

- mezzi per realizzare repliche ritardate ( $r_{1j}(kT_{sa})$ ,  $r_{2i}(kT_{sa})$ )

$$r_{1j}(kT_{sa}) = s_1(kT_{sa} - jT_{sa}) \quad \text{e} \quad r_{2i}(kT_{sa}) = s_2(kT_{sa} - iT_{sa})$$

di detto primo ( $s_1(kT_{sa})$ ) e detto almeno un ulteriore ( $s_2(kT_{sa})$ ) segnale digitale, con  $0 \leq j \leq N_1$  e  $0 \leq i \leq N_2$ , essendo  $N_1 T_{sa}$  il ritardo massimo ipotizzabile del primo segnale rispetto all'almeno un ulteriore segnale e, analogamente,  $N_2 T_{sa}$  il ritardo massimo ipotizzabile dell'almeno un ulteriore segnale rispetto al primo segnale;

- mezzi per calcolare le cross-correlazioni ( $xc_{1j}$ ,  $xc_{2i}$ )

$$xc_{1j} = E \left\{ \sum_m \sum_n a_n a_m^* g_2^*(kT_{sa} - mT) g_1(kT_{sa} - nT - \tau - jT_{sa}) \right\} \quad \text{con } 0 \leq j \leq N_1,$$

$$xc_{2i} = E \left\{ \sum_m \sum_n a_m a_n^* g_1^*(kT_{sa} - nT - \tau) g_2(kT_{sa} - mT - iT_{sa}) \right\} \quad \text{con } 0 \leq i \leq N_2$$

tra i vari segnali replicati ritardati ( $r_{1j}(kT_{sa})$ ,  $r_{2i}(kT_{sa})$ ), dove con  $*$  si indica l'operazione di complesso coniugato e con  $E\{\}$  l'operazione di media temporale; e

- mezzi per ricavare il valore massimo di dette cross-correlazioni ( $xc_{1j}$ ,  $xc_{2i}$ ) al variare di  $i$  e  $j$

$$M = \max_{i,j} (|xc_{1j}|^p, |xc_{2i}|^p),$$

detto valore massimo corrispondendo al valore del multiplo intero ( $M$ ).

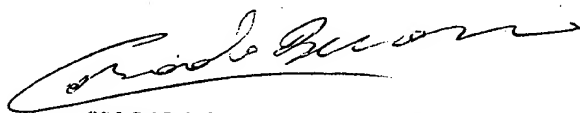
6. Apparato secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre mezzi di commutazione (SWTC) per selezionare l'opportuna replica ritardata ( $r_{1j}(kT_{sa})$ ,  $r_{2i}(kT_{sa})$ ) da inviare a detti equalizzatori in funzione delle informazioni relative al massimo delle cross-correlazioni calcolate.

7. Programma per elaboratore comprendente mezzi di codifica di programma per elaboratore adatti ad eseguire tutte le fasi delle rivendicazioni 1-3 quando detto programma viene fatto funzionare in un elaboratore.

8. Mezzo leggibile da un elaboratore avente un programma registrato su di esso, detto mezzo leggibile da un elaboratore comprendendo mezzi di codifica di programma per elaboratore adatti ad eseguire tutte le fasi delle rivendicazioni 1-3 quando detto programma viene fatto funzionare in un elaboratore.

p.p. ALCATEL

Il mandatario:



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE ( MI )



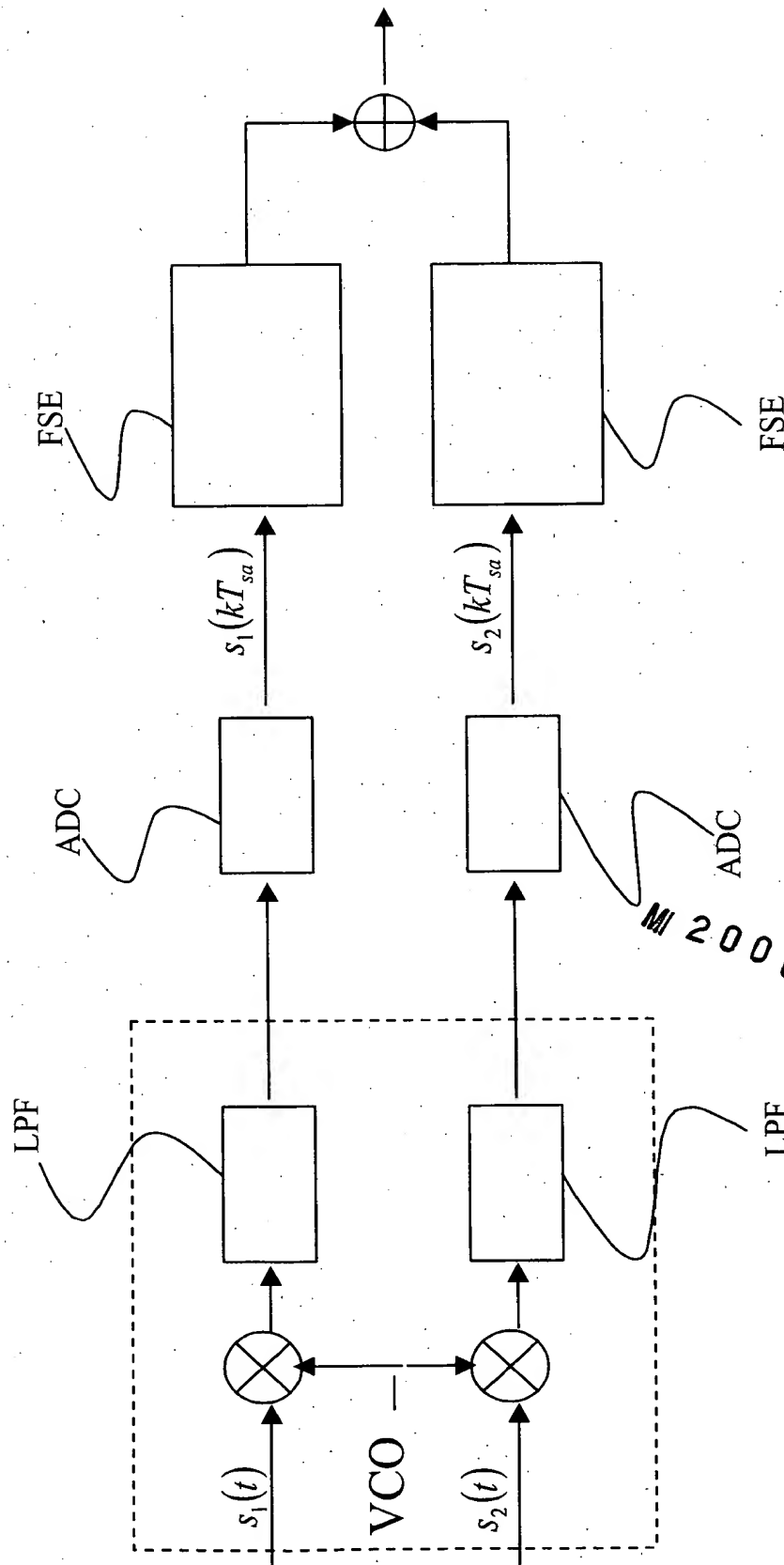
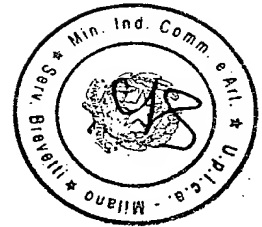


Fig. 1



**Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)**  
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

M 2000A000883



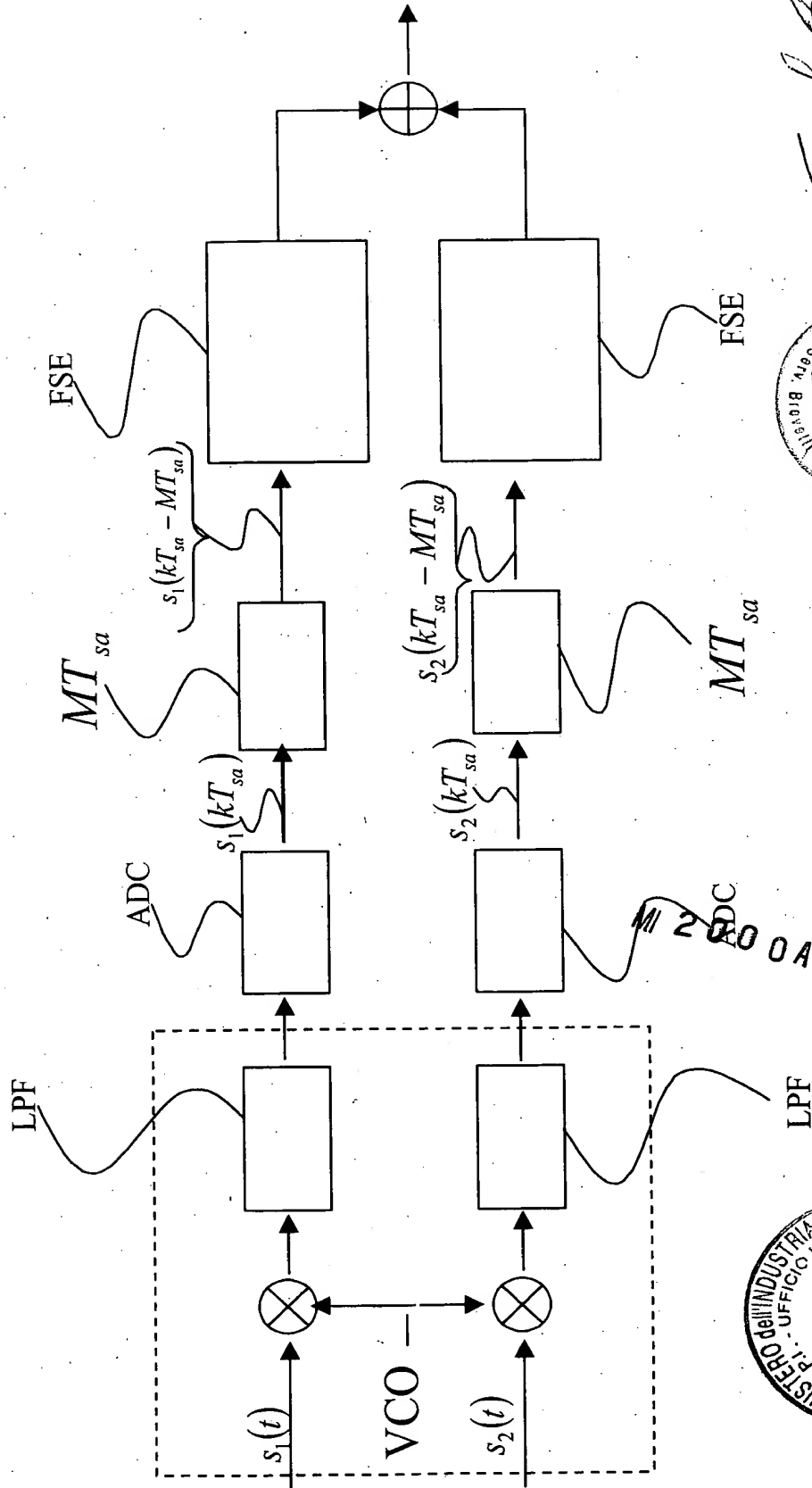
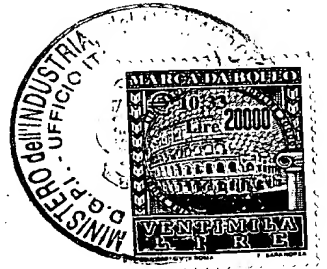


Fig. 2

*Ing. Corrado Borsano*  
 Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)  
 c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
 Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)



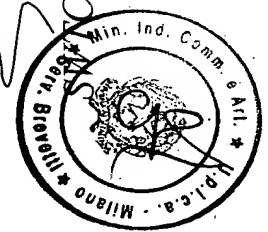
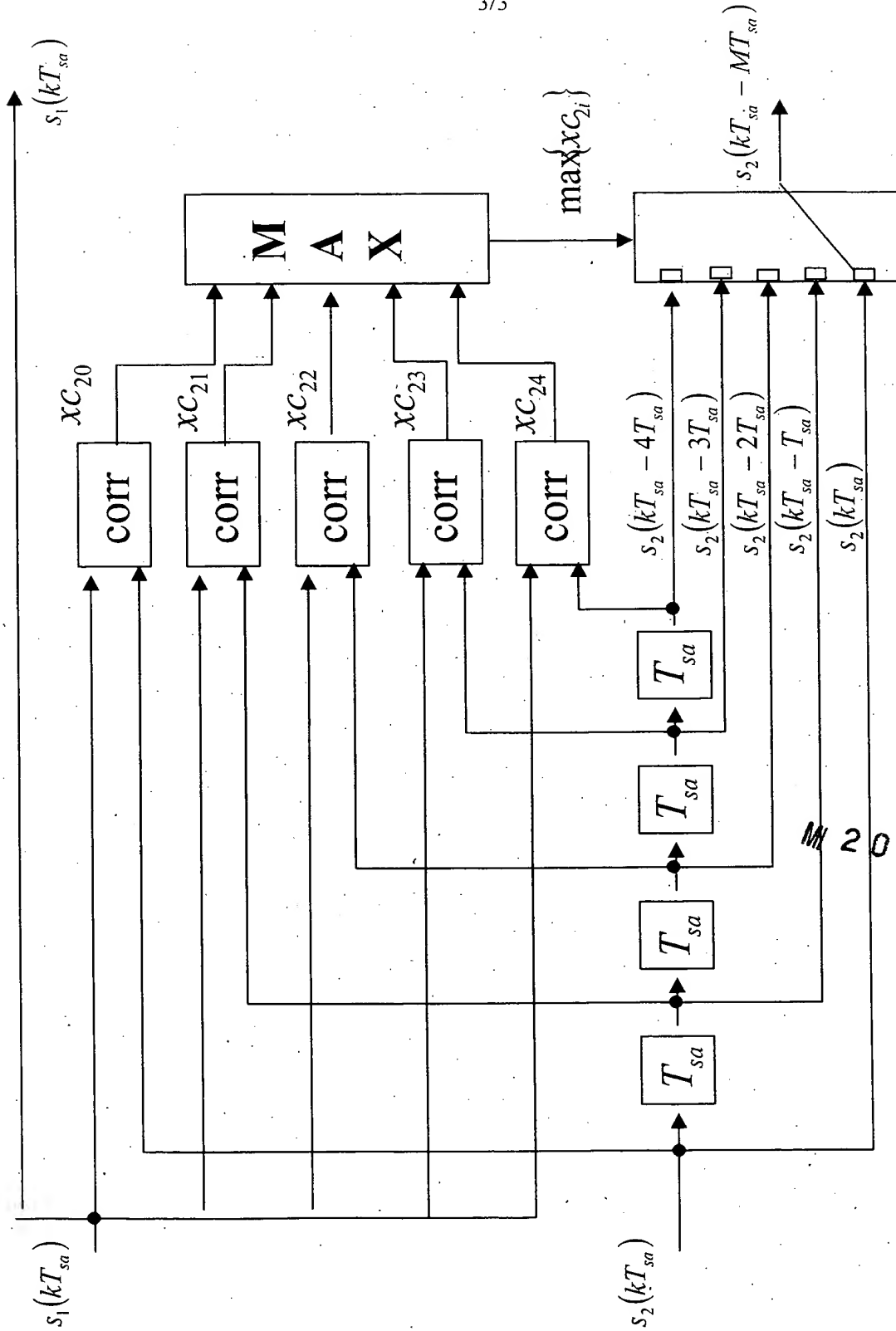


Fig. 3

Ing. CORRADO BORSANO (n. 446)  
 c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.  
 Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)